

PENGUNAAN PUPUK ORGANIK CAIR HASIL FERMENTASI DARI *Azolla pinnata* TERHADAP KEPADATAN SEL *Spirulina* sp

Organic Liquid Fertilizer Use of Azolla pinnata Fermentation Results With Different Doses of Cell Density Spirulina sp

Anggra Wibowo Leksono¹, Dian Mutiara² dan Indah Anggraini Yusanti²

¹⁾ Alumni Fakultas Perikanan Universitas PGRI Palembang

²⁾ Staf Pengajar – Fakultas MIPA Universitas PGRI Palembang

³⁾ Staf Pengajar – Fakultas Perikanan Universitas PGRI Palembang

Abstrak

Kultur *Spirulina* sp biasanya menggunakan pupuk komersil sehingga diperlukan adanya pengganti pupuk komersil yaitu dengan penggunaan pupuk organik cair dari *Azolla pinnata* untuk meningkatkan hasil produksi dan menjamin ketersediaan pakan alami secara kontinyu. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui dosis pupuk organik cair hasil fermentasi dari *Azolla pinnata* yang terbaik untuk kepadatan sel *Spirulina* sp, dan mengetahui kepadatan sel serta mengetahui laju pertumbuhan harian *Spirulina* sp. Penelitian dilaksanakan di Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Laut (BBPBL) Lampung mulai tanggal 13 Januari sampai 13 februari 2017. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan dengan pupuk organik cair hasil fermentasi dari *azolla pinnata* dengan dosis yang berbeda, perlakuan P1 (12 ml/l), perlakuan P2 (14 ml/l), perlakuan P3 (16 ml/l) dan perlakuan P4 (18 ml/l). Hasil ansira kepadatan sel *Spirulina* sp menunjukan berbeda sangat nyata. Kepadatan Sel *Spirulina* sp yang tertinggi yaitu pada perlakuan P4 (520×10^4 sel/ml), perlakuan C (474×10^4 sel/ml), perlakuan B (435×10^4 sel/ml) dan P1 (396×10^4 sel/ml). Hasil ansira laju pertumbuhan harian *Spirulina* sp menunjukan berbeda tidak nyata. perlakuan P1 (0,39 sel/ml/hari), perlakuan P2 (0,40 sel/ml/hari), perlakuan P3 (0,41 sel/ml/hari), dan perlakuan P4 (0,42 sel/ml/hari). Hasil pengamatan kualitas air selama penelitian yaitu : pH 7,44-7,78, Suhu 25,77-30,25°C, DO 5,45-6,71 mg/l, Salinitas 25-29 mg/l, dan Amonia 0,066-0,256 mg/l.

Kata Kunci : *Spirulina* sp, *Azolla pinnata*, kepadatan, dan pertumbuhan.

Abstract

Spirulina sp culture usually uses commercial fertilizer so it needs commercial fertilizer replacement that is by using liquid organic fertilizer from *Azolla pinnata* to increase production yield and ensure continuous availability of natural feed. The purpose of this research is to know the dosage of liquid organic fertilizer from fermentation of *Azolla pinnata* which is best for *Spirulina* sp cell density, and to know cell density and to know the daily growth rate of *Spirulina* sp. The research was conducted at the Center of Sea Aquaculture Development (BBPBL) Lampung from January 13 to February 13, 2017. The method used in this research is Completely Randomized Design (RAL), with 4 treatments and 3 replications. Treatment with liquid fermented organic fertilizer from *azolla pinnata* with different dose, P1 treatment (12 ml/l), P2 treatment (14 ml/l), P3 treatment (16 ml/l) and P4 treatment (18 ml/l) . Ansira result of *Spirulina* sp cell density showed very different. The highest *Spirulina* sp cell density was in P4 treatment (520×10^4 cell/ml), C treatment (474×10^4 cell/ml), B treatment (435×10^4 cell/ml) and P1 (396×10^4 cell/ml). The result of ansira daily growth rate of *Spirulina* sp showed different is not real. Treatment P1 (0.40 cells/ml/day), treatment P3 (0.41 cells/ml/day), and P4 treatment (0.42 cells/ml/day). Water quality observations during the study were pH 7.44-7.78, temperature 25.77-30.25 ° C, DO 5.45-6.71 mg/l, salinity 25-29 mg/l, and ammonia 0.066-0.256 mg/l.

Keywords : *Spirulina* sp, *Azolla pinnata*, density, and growth.

A. PENDAHULUAN

Spirulina sp merupakan jenis alga hijau biru berfilamen yang berpotensi untuk dikembangkan lebih luas di Indonesia. *Spirulina* sp juga dikenal sebagai pakan alami untuk pembenihan larva udang dan ikan, karena memiliki nutrisi yang tinggi. Belay (2008), menyatakan bahwa kandungan protein dari *Spirulina* sp yaitu 40-60 %, sedangkan lemaknya cukup rendah yaitu 1,5-12%, dan juga mengandung vitamin B1, B3, B6, B12, pro vitamin A dan vitamin E. Mikroalga sebagai pakan alami mempunyai beberapa keuntungan, diantaranya mudah dikultur, ukuran sesuai mulut larva udang dan ikan, pergerakannya mampu memberikan rangsangan bagi pemangsa untuk memakannya, mampu berkembang biak dengan cepat dalam waktu relatif singkat sehingga ketersediaannya dapat terjamin sepanjang waktu, dan mikroalga *Spirulina* sp merupakan pakan alami yang kaya protein. (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Harrison and Berges (2005) menyatakan bahwa, salah satu cara untuk meningkatkan pertumbuhan mikroalga adalah mengontrol kandungan nutrisi baik unsur hara makro maupun mikro dan lingkungan budidaya.

Kultur *Spirulina* sp biasanya menggunakan pupuk komersil (Urea, TSP dan ZA). Pada pupuk Urea dan ZA terkandung nitrogen sedangkan pada pupuk TSP terkandung fosfat. Bahan tersebut mudah larut dalam air yang dapat digunakan untuk pertumbuhan *spirulina* sp. Penggunaan berlebih pupuk anorganik ini menghasilkan limbah yang dapat mencemari dan membahayakan organisme perairan, oleh karena itu perlu solusi pemakaian pupuk organik yang memiliki unsur hara makro dan mikro yang tidak berbahaya bagi lingkungan dengan biaya yang relatif murah dan mudah di peroleh, salah satunya menggunakan media kultur pupuk organik yang berbahan baku tanaman air yaitu *Azolla pinnata* (Isnansetyo dan Kurniastuty 1995).

Pemanfaatan *Azolla pinnata* sebagai pupuk pada kultur mikroalga *Chaetoceros* sp telah dicobakan Indramarwan (2012), yang hasilnya menunjukkan pupuk dari *Azolla pinnata* dapat meningkatkan pertumbuhan sel mikroalga *Chaetoceros* sp pada kultur laboratorium. Dewi (2007) menyatakan *Azolla pinnata* memiliki berbagai unsur hara antara lain N (1,96-5,30%), P (0,16-1,59%), Si (0,16-3,35%), Ca (0,31-5,97%), Fe (0,04- 0,59%), Mg (0,22-0,66%), Zn (26-989 ppm), Mn (66-2944 ppm). Dengan adanya kandungan unsur hara tersebut dan pentingnya peranan *Spirulina* sp

sebagai pakan alami bagi larva ikan dan udang sehingga memacu peneliti untuk melakukan penelitian mengenai penggunaan dosis pupuk organik cair hasil fermentasi dari *Azolla pinnata* yang berbeda terhadap kepadatan populasi *Spirulina* sp pada skala laboratorium. Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut : 1). Mengetahui dosis pupuk organik cair hasil fermentasi dari *Azolla pinnata* yang terbaik untuk kepadatan sel *Spirulina* sp, dan 2). Mengetahui kepadatan sel dan laju pertumbuhan harian *Spirulina* sp yang di kultur dengan menggunakan pupuk organik cair hasil fermentasi dari *Azolla pinnata* dengan dosis yang berbeda.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan selama 1 bulan yaitu pada bulan Januari – Februari 2017 yang bertempat di Balai Budidaya Pengembangan Air Laut Lampung (BBPBL), Provinsi Lampung.

a. Persiapan wadah dan peralatan

Pada tahap persiapan, terlebih dahulu dilakukan pemasangan lampu TL dan sistem aerasi. Selanjutnya, alat-alat yang akan digunakan sebagai wadah kultur terlebih dahulu disterilisasi dengan cara disemprot dengan menggunakan alkohol 70 %. Air yang akan digunakan sebagai media kultur merupakan air laut yang terlebih dahulu di sterilisasi dengan cara di rebus.

b. Pembuatan pupuk organik cair *azolla pinnata*

Azolla pinnata yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari perairan rawa. *Azolla pinnata* yang diperoleh kemudian dilakukan pencucian dengan menggunakan air sampai bersih kemudian dijemur dibawah sinar matahari sampai kering. Setelah *azolla pinnata* kering kemudian digiling menjadi serbuk sebanyak 200 gram, selanjutnya dilarutkan dalam akuades sebanyak 1 liter, probiotik MA 11 sebanyak 20 ml dan gula pasir sebanyak 20 gram, setelah selesai bahan yang telah tercampur kemudian dilakukan proses fermentasi selama 7 hari secara anaerob kemudian pupuk *Azolla pinnata* yang telah difermentasi di saring untuk mendapatkan pupuk dalam bentuk cair (Indramarwan, 2012).

c. Persiapan media kultur

Media kultur *Spirulina* sp adalah pupuk organik cair *Azolla pinnata*, sebelum dilakukan inokulasi *Spirulina* sp pada skala laboratorium yaitu biasanya mulai dari 0,5 liter – 5 liter (Isnansetyo dan Kurniastuty 1995). Pupuk organik cair *Azolla pinnata* diberikan dengan

dosís yang berbeda pada masing-masing botol kultur yang telah berisi air 2 liter yang sudah disterilisasi terlebih dahulu dan diberi aerasi sebagai pensuplay oksigen dan untuk menghomogenkan pupuk dengan *Spirulina* sp dengan dosís yang berbeda.

d. inokulasi *Spirulina* sp

Mikroalga yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Spirulina* sp Mikroalga *Spirulina* sp diperoleh dari BBPBL lampung. Inokulasi *Spirulina* sp dilakukan pada masing-masing media yang telah diberi pupuk organik *Azolla pinnata* dengan dosís yang berbeda dengan kepadatan 10^4 sel/ml (Suryati, 2002). Setelah itu aerasi digunakan sebagai pensuplay oksigen dan untuk menghomogenkan pupuk. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 7 hari sampai pada Fase eksponensial yang ditandai dengan naiknya laju pertumbuhan sehingga kepadatan populasi meningkat. Winarti (2003) menyatakan, Peningkatan populasi ini terjadi karena sel alga sedang aktif berkembang biak dan adanya pembentukan protein serta komponen - komponen penyusun plasma sel yang dibutuhkan dalam pertumbuhan.

Penghitungan jumlah bibit *Spirulina* sp. untuk kultur pakan alami menggunakan rumus seperti dibawah ini :

$$V1 = \frac{N2 \times V2}{N1}$$

Keterangan:

V1 = Volume bibit untuk penebaran awal (ml)

N1 = Kepadatan bibit/ stock *Spirulina* sp (unit/ml)

V2 = Volume media kultur yang dikehendaki (ml)

N2 = Kepadatan bibit *Spirulina* sp yang dikehendaki (unit/ml) (Edhy dan Kurniawan, 2003).

Jumlah sel yang digunakan sebagai inokulan adalah dengan kepadatan awal yang diinginkan yaitu 10×10^4 sel/ml dan volume media kultur adalah 2 liter. Jumlah kepadatan inokulan murni *Spirulina* sp yaitu 50×10^4 sel/ml, Jadi volume bibit kultur yang digunakan pada penelitian yaitu :

$$V1 = \frac{2.000 \text{ ml} \times 100.000 \text{ sel/ml}}{500.000 \text{ sel/ml}} \\ = 400 \text{ ml}$$

Sehingga volume air media yang dimasukan kedalam wadah kultur sebanyak :

$$\text{Volume air media} = V2 - V1 \\ = 2.000 \text{ ml} - 400 \text{ ml} \\ = 1.600 \text{ ml}$$

Metode penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan rancangan percobaan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Konsentrasi yang digunakan pada

penelitian ini mengacu pada penelitian Indramarwan, (2012) dengan tahap perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

P1 : Pemberian pupuk *Azolla pinnata* dengan konsentrasi 12 ml/l

P2 : Pemberian pupuk *Azolla pinnata* dengan konsentrasi 14 ml/l

P3 : Pemberian pupuk *Azolla pinnata* dengan konsentrasi 16 ml/l

P4 : Pemberian pupuk *Azolla pinnata* dengan konsentrasi 18 ml/l

Pengamatan yang dilakukan meliputi uji proksimat, kepadatan Sel, laju pertumbuhan spesifik, kualitas air sebagai data penunjang.

a. Uji proksimat

Uji Proksimat dilakukan untuk mengetahui kandungan Nutrisi dari *Spirulina* sp.

b. Kepadatan Sel *Spirulina* sp

Pengamatan kepadatan sel *Spirulina* sp dilakukan setiap hari 1 kali selama 24 jam dimulai dari ke - 0 hingga pertumbuhan mengalami penurunan. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan *haemocytometer*. *Haemocytometer* dibersihkan dengan alkohol 70% dan dikeringkan terlebih dahulu dengan tisuue lalu ditutup dengan *cover glass*. *Spirulina* sp yang akan dihitung ditetaskan dengan menggunakan pipet tetes pada bagian parit melintang hingga penuh. Selanjutnya haemocytometer diamatai dibawah mikroskop dengan pembesaran 10×10 . Kemudian dihitung kepadatannya dengan mencacah *Spirulina* sp yang terdapat pada bujur sangkar yang mempunyai sisi 1 mm. Penghitungan jumlah sel *Spirulina* sp dapat dibantu dengan menggunakan *Handcounter*. Kepadatan sel dihitung dengan $N \times 10^4$ sel/ml, dimana N adalah jumlah *Spirulina* sp yang tercacah dibawah mikroskop (Isnansetyo dan kurniastuty,1995)

c. Laju Pertumbuhan Harian

Laju pertumbuhan harian dihitung dengan persamaan yang digunakan oleh Vhosak (1997), dimana laju pertumbuhan yang dihitung diambil dari kepadatan *Spirulina* sp yang berada pada fase eksponensial karena pada fase ini terdapat laju pertumbuhan maksimum

$$\mu = (\ln Nt - \ln No) / t$$

Keterangan:

μ = Laju pertumbuhan harian (sel/ml/hari)

N0 = Kepadatan sel *Spirulina* awal eksponensial (sel/ml)

Nt = Kepadatan sel *Spirulina* maksimum (sel/ml)

t = Selang waktu dari No ke Nt (hari)

d. Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati

adalah suhu, pH, oksigen terlarut (DO) dan amoniak.

Data populasi *Spirulina* sp dianalisis dengan analisis sidik ragam (ANSIRA) pada selang kepercayaan 95%. Apabila hasil uji berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut yang di sesuaikan dengan besarnya koefisien keragaman (Hanafiah, 2011).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan, diperoleh data mengenai Kepadatan Sel *Spirulina* sp, Laju Pertumbuhan Harian *Spirulina* sp, Kualitas Air, Kandungan Nutrisi.

a. Kepadatan Sel *Spirulina* sp

Berdasarkan hasil pengamatan kepadatan selama penelitian yang dilakukan selama 7 hari kultur menunjukan bahwa pemberian pupuk organik cair hasil fermentasi dari *azolla pinnata* dengan dosis yang berbeda menghasilkan kepadatan sel *spirulina* sp tertinggi yaitu pada hari ke-5 dengan kepadatan maksimum rata-rata untuk perlakuan P1, P2, P3, dan P4 yaitu perlakuan P1 sebanyak 396×10^4 sel/ml, P2 sebanyak 435×10^4 sel/ml, P3 sebanyak 474×10^4 sel/ml, dan P4 sebanyak 520×10^4 sel/ml. Dari masing-masing perlakuan dapat dilihat bahwa kepadatan tertinggi yaitu pada perlakuan P4 mencapai kepadatan sebanyak 520×10^4 sel/ml. Data rata-rata kepadatan sel *spirulina* sp selama kultur 7 hari dapat dilihat pada **Tabel 1**

Tabel 1. Kepadatan Rerata Sel *Spirulina* sp ($\times 10^4$ sel/ml) selama 7 Hari

Hari Ke-	Kepadatan ($\times 10^4$ sel/ml)			
	P1	P2	P3	P4
0	10	10	10	10
1	61	71	73	76
2	121	130	136	144
3	224	276	283	305
4	326	357	373	415
5	396	435	474	520
6	302	312	329	348
7	191	220	235	247

Ket : P1, P2, P3, dan P4 (Angka miring merupakan kepadatan maksimum sel *Spirulina* sp)

a. Fase lag

Fase lag pada setiap perlakuan terjadi pada hari ke-0 hingga hari ke-1. Fase lag atau fase adaptasi merupakan fase ketika kepadatan sel tidak mengalami perubahan, tetapi ukuran sel pada fase tersebut meningkat. Fotosintesis masih aktif berlangsung dan organisme mengalami metabolisme tetapi belum terjadi pembelahan sel sehingga kepadatannya belum meningkat. Fase lag diawali dengan terjadinya penyesuaian sel terhadap lingkungan baru. Pada saat adaptasi, sel mengalami defisiensi enzim

atau koenzim, sehingga harus disintesis dahulu guna berlangsungnya aktivitas biokimia sel selanjutnya. Pada fase lag kepadatan sel tidak mengalami perubahan, tetapi kepadatan sel pada fase tersebut meningkat (Brock and Madigan, 1991).

b. Fase Eksponensial

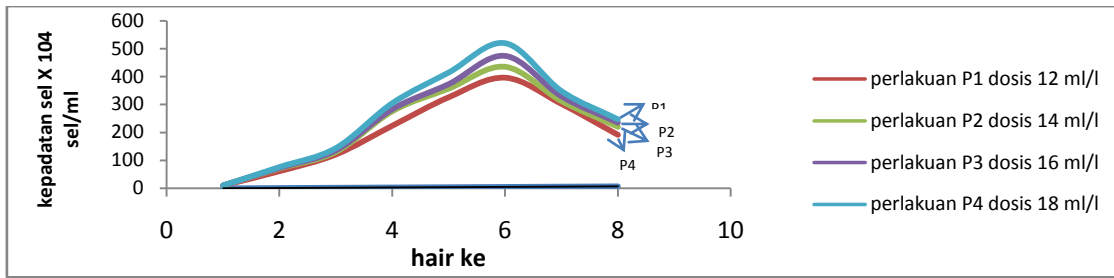
Fase eksponensial diawali dengan terjadinya pembelahan sel dengan laju pertumbuhan yang terjadi terus menerus, fase eksponensial terjadi sampai kepadatan sel mencapai kepadatan maksimal. Fase eksponensial terjadi pada hari ke-2 dengan terus mengalami pembelahan sel hingga kepadatan sel mencapai maksimum yaitu terjadi pada hari ke-5. Hal ini sesuai dengan pernyataan Andersen (2005), dimana pada fase eksponensial ditandai dengan mulai meningkatnya kepadatan sel *Spirulina* sp sampai mencapai kepadatan maksimal. Waktu penggandaan yang tercepat biasanya tercapai ketika fase eksponensial, yaitu fase pertumbuhan ketika sel-sel membelah dengan cepat dan konstan mengikuti kurva logaritmik. Pada fase eksponensial Pembelahan sel dipengaruhi oleh nutrien yang diberikan, cahaya, kualitas air serta lingkungan kultur. Hal tersebut ditunjukkan oleh peningkatan grafik secara signifikan dan percepatan pertumbuhan pada fase ini adalah sebanding. Fogg, (1975) menyatakan bahwa semakin tinggi dosis pupuk organik cair dari *Azolla pinnata* yang digunakan pada penelitian akan menyebabkan semakin tinggi kepadatan sel *Spirulina* sp.

c. Fase Stasioner

Pada hari ke-6 merupakan fase Stasioner, dimana kecepatan pertumbuhan *spirulina* sp sudah mulai menurun. Pada fase stasioner, komposisi mikroalga berubah secara signifikan karena terbatasnya kandungan nuriem pada media kultur. Adanya penurunan pertumbuhan disebabkan oleh berkurangnya nutrien dalam medium dan kompetisi yang semakin besar dalam mendapatkan nutrien, serta ruang hidup. (Brown *et al.*, 1997).

d. Fase kematian

Fase kematian pada kultur *Spirulina* sp yaitu terjadi pada hari ke-7. Dimana Fase kematian merupakan fase ketika terjadi penurunan jumlah atau kepadatan mikroalga. Laju kematian mikroalga dipengaruhi oleh ketersediaan nutrien, cahaya, temperatur dan umur mikroalga itu sendiri. Kematian sel dapat disebabkan oleh mulai berkurangnya nutrisi yang tersedia sehingga tidak mampu mendukung pertumbuhan sel (Brown *et al.*, 1997). Grafik kepadatan sel *Spirulina* sp dapat dilihat pada **Gambar 1** sebagai berikut.

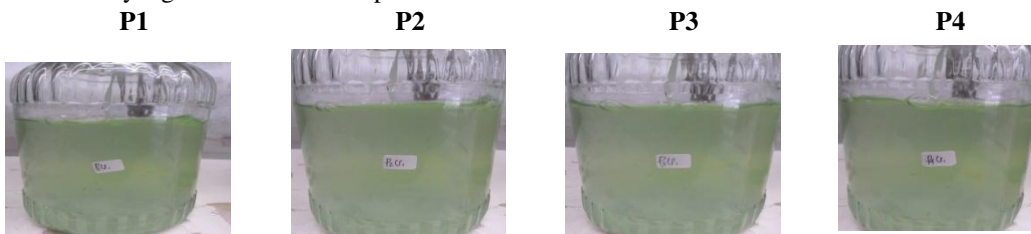


Gambar 1. Grafik kepadatan sel *Spirulina* sp.

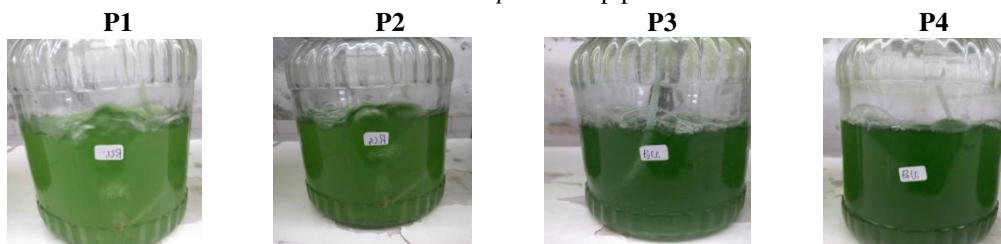
Pola kepadatan sel *Spirulina* sp masing-masing perlakuan cenderung relatif sama, namun secara grafis yang ditunjukkan terlihat bahwa dosis pupuk organik cair hasil fermentasi dari *Azolla pinnata* yang diberikan dengan dosis tertinggi menghasilkan kepadatan *Spirulina* sp tertinggi yaitu pada perlakuan P4 dengan dosis pupuk organik cair hasil fermentasi dari *Azolla pinnata* sebanyak 18 ml/l dan kepadatan sel *Spirulina* sp terendah yaitu pada perlakuan P1 dengan dosis sebanyak 12 ml/l.

Terbatasnya jumlah nitrogen dalam media pertumbuhan akan menghambat proses fotosintesis yang nantinya akan mempengaruhi kepadatan populasi (Indramarwan, 2012). Hal ini sejalan dengan pernyataan Borowistka (1988) bahwa Nitrogen dapat mempengaruhi pertumbuhan *Spirulina* sp dalam kegiatan metabolisme sel yaitu proses transportasi, katabolisme, asimilasi dan khususnya biosintesis protein karena dengan adanya reaksi enzimatik yang dihasilkan oleh protein maka

dapat mengkonversi lemak menjadi asam lemak. Asam lemak dalam mikroalga terdapat di dalam sel yaitu kloroplas dan pembentukannya dipengaruhi oleh adanya transportasi nitrat melalui proses asimilasi. Mekanisme *Spirulina* sp dalam menyerap unsur hara dan mineral yaitu melalui seluruh bagian thallus mikroalga, karena organ-organ berupa akar, batang dan daunnya belum terdiferensiasi. (Vonshak, 1997a). Secara visual, terdapat perbedaan warna *Spirulina* sp pada masing-masing perlakuan yang dikultur pada awal dan akhir penelitian, dimana adanya perbedaan warna yang terjadi pada masing-masing perlakuan, yaitu perlakuan P4 memiliki warna hijau biru yang lebih pekat dibandingkan perlakuan P1, P2, dan P3, hal tersebut menunjukkan bahwa adanya peningkatan pertumbuhan atau kepadatan sel pada akhir penelitian dan pengaruh pemberian pupuk terhadap pigmen warna *Spirulina* sp. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar berikut



Gambar 2. Kultur *Spirulina* sp pada Awal Penelitian



Gambar 3. Kultur *Spirulina* sp pada Akhir Penelitian

Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan perbedaan warna pada setiap perlakuan, dimana semakin besar dosis pupuk organik cair hasil fermentasi dari *Azolla pinnata* yang diberikan maka akan menyebabkan semakin tinggi pertumbuhan sel *Spirulina* sp sehingga menghasilkan warna hijau-biru yang lebih

pekat. Warna pada *Spirulina* sp berasal dari pigmen warna fikoeiritrin bersama-sama dengan klorofil dan kadang-kadang fikosianin (Romimoharto dan juwana, 2009).

Selain pigmen warna yang berperan dalam pemberian warna pada *Spirulina* sp yaitu nitrogen. Menurut Indramarwan (2012) nitrogen

yang terkandung dalam air merupakan nutrisi utama bagi fitoplankton yang nantinya akan menghasilkan klorofil. Semakin banyak unsur N yang digunakan, maka kandungan klorofilnya pun semakin meningkat, dimana unsur N diperoleh dari Pupuk organik cair hasil fermentasi dari *Azolla pinnata*. Hal tersebut dapat di buktikan dari perbedaan warna yang

Tabel 2. Data kepadatan *Spirulina* sp.

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
P1	395	397	396	1.188	396,6
P2	432	435	437	1.304	434,6
P3	474	473	475	1.422	474,0
P4	518	520	521	1.559	519,6
Jumlah				5.473	456,2

Berdasarkan perhitungan data kepadatan sel *Spirulina* sp dengan perlakuan dosis pupuk organik cair hasil fermentasi dari *Azolla pinnata* yang berbeda diperoleh hasil analisis sidik ragam (ANSIRA) kepadatan sel *Spirulina* sp

Tabel 3. Hasil Analisis Kepadatan sel *Spirulina* sp

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (JK)	Jumlah Kuadrat (DB)	Kuadrat Tengah (KT)	FHitung	F table 5%
Perlakuan	3	25.297	8.432	3.212**	4,07
Galat	8	25.318	2,625		
Total	11	50.615			

Ket: ** = Berpengaruh Sangat Nyata

KK: 0,348 %

Data hasil analisis sidik ragam kepadatan sel *Spirulina* sp dengan perlakuan dosis pupuk organik cair hasil fermentasi dengan dosis yang berbeda dari *azolla pinnata* yang berbeda. (Tabel 3) menunjukkan hasil Fhitung < Ftable yaitu 3,31 < 4,07 pada taraf uji 5% yang berarti menunjukkan bahwa dosis pupuk organik cair hasil fermentasi dari *azolla pinnata* dengan dosis yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap kepadatan sel *Spirulina* sp yang dapat dilihat pada **Tabel 3**

Tabel 3. Uji Lanjut BNJ

Perlakuan	Rerata	BNJ (0,05)
P1	396,6	a
P2	434,6	b
P3	474,0	b
P4	519,6	c

Berdasarkan data hasil Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) terhadap kepadatan sel *Spirulina* sp menunjukkan bahwa P2 dan P3, berpengaruh nyata terhadap perlakuan P1, perlakuan perlakuan P3 berpengaruh tidak nyata terhadap perlakuan P2 sedangkan P4 Berbeda sangat nyata terhadap perlakuan P1. Hal tersebut dapat di buktikan dari perbedaan kepadatan sel *Spirulina* sp dihasilkan yang pada setiap perlakuan dengan dosis pupuk organik cair yang berbeda dari *azolla pinnata*. Perlakuan P4 18

dihasilkan *Spirulina* sp pada setiap perlakuan. Perlakuan P4 18 ml/l dengan dosis pupuk tertinggi menunjukkan warna hijau biru yang lebih pekat dibandingkan pada perlakuan P1 12 ml/l, P2 14 ml/l, dan P3 16 ml/l. Hasil pengamatan kepadatan *Spirulina* sp pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada

Tabel 2

dengan perlakuan dosis pupuk organik cair hasil fermentasi dari *Azolla pinnata* yang berbeda terhadap kepadatan sel *Spirulina* sp dapat dilihat pada **Tabel 3**

ml/l dengan dosis pupuk tertinggi menunjukkan kepadatan sel tertinggi sebanyak 520x10⁴ sel/ml. dibandingkan pada perlakuan P1 12 ml/l, P2 14 ml/l, dan P3 16 ml/l, yaitu pada perlakuan P1 sebanyak 396x10⁴ sel/ml, perlakuan P2 sebanyak 435x10⁴ sel/ml, perlakuan P3 sebanyak 474x10⁴ sel/ml, dan perlakuan P4 sebanyak 520x10⁴ sel/ml.

e. Laju Pertumbuhan Harian *Spirulina* sp

Laju pertumbuhan harian merupakan parameter yang menggambarkan kecepatan pertambahan sel *Spirulina* sp per satuan waktu. Laju pertumbuhan harian dihitung sampai pada saat tercapai kepadatan maksimum. Laju pertumbuhan harian *spirulina* sp dapat dilihat pada **Tabel 4**

Tabel 4. Data Laju Pertumbuhan Harian

Perlakuan	Laju Pertumbuhan Harian (Sel/ml/Hari)
P1	0,39
P2	0,40
P3	0,41
P4	0,42

Laju pertumbuhan harian *Spirulina* sp pada setiap perlakuan P1, P2, P3 dan P4 yaitu pada perlakuan P1 sebanyak 0,39 sel/ml/hari, perlakuan P2 sebanyak 0,40 sel/ml/hari, perlakuan P3 sebanyak 0,41 sel/ml/hari, dan

perlakuan P4 sebanyak 0,42 sel/ml/hari. Dari masing-masing perlakuan dapat dilihat bahwa nilai Laju pertumbuhan tertinggi didapat pada perlakuan P4 yaitu sebanyak 0,42 sel/ml/hari, dan nilai laju pertumbuhan terendah didapat pada perlakuan P1 yaitu sebanyak 0,39 sel/ml/hari. Dari tabel diatas maka nilai laju pertumbuhan yang tertinggi, dapat ditentukan bahwa pada perlakuan P4 dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Perbedaan laju pertumbuhan harian pada setiap perlakuan tersebut disebabkan oleh kemampuan sel dalam menyerap unsur hara yang terdapat dalam media kultur. Hal ini sesuai dengan pernyataan Handayani (2003), yang menyatakan bahwa tidak semua bahan dapat langsung diserap dan dipergunakan oleh sel.

Tabel 5. Hasil Ansira Laju Pertumbuhan Harian

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah (KT)	FHitung	Ftabel 5%
Perlakuan	3	1,978	0,0006	0,00041 ^{ns}	4,07
Galat	8	1,796	0,0025		
Total	11	3,774			

Ket: ^{ns} = Berpengaruh Tidak nyata

KK: 0,976 %

Data hasil analisis sidik laju pertumbuhan harian *Spirulina* sp dengan perlakuan dengan dosis pupuk organik cair yang berbeda. (Tabel 5) menunjukan hasil Fhitung < Ftabel yaitu 0,5 < 4,07 pada taraf uji 5% yang berarti menunjukkan bahwa dosis pupuk organik cair yang berbeda berpengaruh

Tabel 6. Kualitas Air selama Penelitian.

No	Parameter	Satuan	Kisaran	Baku mutu*
1	pH	-	7,44-7,78	7-9
2	Suhu	⁰ C	25,77-30,25	25-32
3	DO	mg/L	5,45-6,71	Minimal 5
4	Salinitas	mg/L	25 – 29	25-30
5	Amoniak	mg/L	0,066-0,256	< 1 ppm

*Berdasarkan baku mutu air laut untuk biota laut berdasarkan KEPMEN LH No 51 tahun 2004

1. pH

pH kualitas air pada pertumbuhan organisme merupakan faktor yang mempengaruhi kegiatan enzim. pH air pada penelitian yaitu berkisar antara 7,44 - 7,78. Nilai tersebut masih dalam batas maksimum, hal ini sesuai dengan KEPMEN LH No 51 tahun 2004 bahwa kisaran pH pada pertumbuhan *Spirulina* sp yaitu 7 - 9. Nilai pH mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan mikroalga serta dapat mengubah ketersediaan nutrisi dan mempengaruhi fisiologi sel *Spirulina* sp. pH yang semakin meningkat akan menyebabkan peningkatan CO₂ terlarut (Andersen, 2005).

2. Suhu

Hasil pengukuran suhu pada penelitian ini berkisar antara 25,77-30,25°C. pada kisaran tersebut *Spirulina* sp dapat tumbuh dengan baik.

Selain itu, perbedaan laju pertumbuhan harian juga dipengaruhi oleh faktor nutrisi yang terkandung pada media kultur, Djarijah (1995) menyatakan bahwa media pupuk berpengaruh pada laju pertumbuhan karena laju pertumbuhan fotosintesis mikroalga dipengaruhi oleh faktor nutrisi yang terdapat dalam media kultur yang diberikan. Berdasarkan penghitungan data laju pertumbuhan harian *Spirulina* sp pada lampiran 6 dengan perlakuan dosis pupuk organik cair hasil fermentasi dari *Azolla pinnata* yang berbeda diperoleh hasil analisis sidik ragam (ANSIRA) laju pertumbuhan harian *Spirulina* sp dengan perlakuan dosis pupuk organik cair hasil fermentasi dari *Azolla pinnata* yang berbeda terhadap kepadatan sel *Spirulina* sp dapat dilihat pada **Tabel 5**

tidak nyata terhadap laju pertumbuhan harian *Spirulina* sp

f. Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati pada penelitian ini meliputi pH, suhu, DO, salinitas, dan amoniak. Data kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada **Tabel 6**

Hal ini sesuai dengan KEPMEN LH No 51 tahun 2004 bahwa kisaran suhu optimum untuk pertumbuhan *Spirulina* sp adalah 25-32⁰ C dan pertumbuhannya akan lambat jika dibawah 13⁰ C dan diatas 32⁰C. Suhu yang melebihi suhu maksimum pertumbuhannya akan menyebabkan terhentinya proses metabolisme sel, karena dapat menonaktifkan bahkan mematikan banyak enzim (Hariyati, 2008).

3. DO

Hasil pengukuran DO selama penelitian berkisar antara 5,41-6,92 mg/l. Kisaran ini sesuai dengan standar baku mutu KEPMEN LH No 51 tahun 2004 kisaran oksigen terlarut untuk kegiatan kultur fitoplankton yaitu berkisar 5,47-7,00 mg/l. Selain merupakan penyumbang utama dalam air, fitoplankton juga merupakan pengguna oksigen sehingga DO merupakan

parameter kualitas air yang penting bagi kehidupan fitoplankton.

4. Salinitas

Hasil pengukuran salinitas ini berada pada kisaran 25-29‰. Kisaran salinitas tersebut sesuai dengan KEPMEN LH No 51 tahun 2004 yang menjelaskan bahwa salinitas 25-30‰ dapat memacu pertumbuhan *Spirulina* sp yang optimal. Salinitas berpengaruh terhadap organisme air dalam mempertahankan tekanan osmotiknya. Kebanyakan alga memperlihatkan terjadinya hambatan proses fotosintesis setelah dipindahkan pada medium dengan salinitas yang lebih tinggi atau tekanan osmotik yang lebih tinggi (Hariyati., 2008). Untuk golongan alga laut dan payau, salinitas sangat penting untuk mempertahankan tekanan osmotik yang layak antara protoplasma dari organisme dengan air

Tabel 7. Kandungan Nutrisi *Spirulina* sp

Kode Sampel	Protein %	Abu %	Lemak %	Serat kasar %	Karbohidrat %	Total N %
P1	42	7	4,2	8	30	12
P2	43	7	4,3	8	32	14
P3	44	8	4,4	9	33	16
P4	47	9	4,6	10	34	18

Kandungan nutrisi *Spirulina* sp pada penelitian ini yaitu diperoleh kandungan protein tertinggi yaitu pada perlakuan P4 sebesar 47 % dan Protein terendah yaitu pada perlakuan P1 sebesar 42 %, kandungan abu tertinggi yaitu pada perlakuan P4 sebesar 9 % sedangkan yang terendah yaitu pada perlakuan P1 yaitu sebesar 7%. dan lemak pada perlakuan P4 sebesar 4,6% dan pada perlakuan P1 sebesar 4,2%, kandungan serat kasar tertinggi yaitu pada perlakuan P4 sebesar 10 % dan serat kasar terendah yaitu pada perlakuan P1 sebesar 8 %, kandungan karbohidrat tertinggi yaitu pada perlakuan P4 sebesar 34% dan karbohidrat terendah yaitu pada perlakuan P1 sebesar 30 % serta N total tertinggi yaitu pada perlakuan P4 sebesar 18% sedangkan yang terendah yaitu pada perlakuan P1 sebesar 12%.

Pada masing-masing perlakuan dengan dosis yang berbeda terjadi peningkatan kandungan nutrisi pada *Spirulina* sp, hal tersebut dikarenakan kandungan pupuk organik cair hasil fermentasi dari azolla pinnata yang diberikan pada setiap perlakuan mengalami peningkatan, pada perlakuan P1 dengan dosis 12 ml/l, perlakuan P2 dengan dosis 14 ml/l, perlakuan P3 dengan dosis 16 ml/l dan pada perlakuan P4 dengan dosis 18 ml/l. Belay (2008), menyatakan bahwa kandungan nutrisi *Spirulina* sp diperoleh dari pupuk yang diberikan, semakin tinggi pupuk yang diberikan berpengaruh terhadap kandungan nutrisi *Spirulina* sp. Berdasarkan uji proksimat yang

sebagai lingkungan hidupnya. Kadar salinitas akan mempengaruhi tekanan osmotik sel sehingga secara langsung akan mempengaruhi proses metabolismenya (Borowitzka, 1988).

5. Amonia

Kisaran amoniak selama penelitian adalah 0,066-0,256 mg/l. Kisaran amoniak selama penelitian masih berada dalam kisaran yang layak untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. Fitoplankton dapat tumbuh dan hidup dengan baik pada kandungan amoniak KEPMEN LH No 51 tahun 2004 yaitu < 1 ppm.

g. Kandungan Nutrisi *Spirulina* sp

Parameter kandungan nutrisi pada penelitian ini meliputi, protein, abu, lemak serat kasar, karbohidrat dan N total. Data analisa kandungan nutrisi *Spirulina* sp dapat dilihat pada **Tabel 7** sebagai berikut.

telah dilakukan mengindikasikan bahwa semakin tinggi dosis pupuk organik cair hasil fermentasi dari azolla pinnata yang diberikan pada setiap perlakuan memberikan pengaruh terhadap kandungan protein, abu, lemak, serat kasa, karbohidrat dan N total *Spirulina* sp. Unsur hara yang terkandung dalam pupuk berpengaruh terhadap kepadatan sel *Spirulina* sp, Hal tersebut dikarenakan pupuk merupakan faktor yang sangat penting untuk pertumbuhan dan komposisi biokimia mikroalga. Kondisi nutrisi yang optimum diperlukan untuk mendapatkan nilai produktivitas kultur mikroalga yang tinggi disertai kualitas biomassa yang baik. Konsentrasi nutrisi yang rendah dapat menyebabkan penurunan laju pertumbuhan karena sel-sel alga kekurangan unsur makanan (Winarti, 2003). Semakin tinggi dosis pupuk organik cair hasil fermentasi dari azolla pinnata dan semakin tinggi nutrisi yang diberikan untuk kepadatan sel *spirulina* sp maka semakin tinggi kepadatan sel yang dihasilkan oleh *spirulina* sp.

D. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh yaitu :

1. Dosis pupuk organik yang terbaik yaitu pada perlakuan P4 dengan dosis 18 ml/l
2. Kepadatan tertinggi sel *Spirulina* sp tertinggi pada perlakuan P4 yaitu sebesar 520×10^4 sel/ml dan Laju pertumbuhan harian

Spirulina sp tertinggi pada perlakuan P4 yaitu 0,42 sel/ml/hari.

b. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, saran yang dapat dianjurkan adalah sebagai berikut :

1. Diharapkan penelitian selanjutnya menggunakan pupuk organik cair *Azolla pinnata* hasil fermentasi dan jenis Mikroalga yang berbeda, agar mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik.
2. Penelitian ini hendaknya dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk kultur pakan alami *Spirulina* sp dengan penggunaan pupuk organik cair hasil fermentasi dari *Azolla pinnata* yang sesuai sehingga mendapatkan hasil yang sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, R.A. 2005. *Algal Culturing Technique*. Elsevier academic press. UK.
- Arifin, Z. 1996. *Keefisienan Nitrogen dari Azolla pinnata dan urea terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Padi (Oryza sativa) Varietas IR-36*. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian. Institute Pertanian Bogor. Bogor.
- Belay. 2008. A., *Spirulina (Spirulina sp.) Production and Quality Assurance*, in Gershwin, M. E and A. Belay, (Eds.), *Spirulina in Human Nutrition and Health*, CRC Press, California, 2-26.
- Borowitzka, M.A. 1988. *Algae growth media and sources of cultures*. In: Borowitzka M.A. & Borowitzka L.J. (eds.), *Microalgal Biotechnology*. Cambridge University Press: Cambridge. pp. 456-465
- Borowitzka, A.M., and Lesly B. J. 1988. *Microalgal Biotechnology*. Cambridge University Press, Australia.
- Brock, T.D. and Madigan, M.T. 1991. *Biology of Microorganisms. Sixth ed. Prentice-Hall International, Inc.* 44
- Brown, M. R., Jeffrey, S. W., Volkman, J. K., & Dunstan, G. A. 1997. *Nutritional Properties of Microalgae for Mariculture*. *Aquaculture*. 151: 315-331.
- Dewi, I.R. 2007. Fikasi N *Biologis Pada Ekosistem Tropis*. Makalah Biofertilisasi. Pascasarjana UNPAD. 69 hal
- Djarajah, A. B. 1995. *Pakan Ikan Alami*. Cetakan I. Yogyakarta. Penerbit. Kanisius.
- Edhy, W.A., dan Kurniawan. 2003. *Plankton di Lingkungan PT. Central pertiwi Bahari*. Suatu Pendekatan Biologi dan Manajemen Plankton dalam Budidaya Udang. Mitra Bahari: Lampung. hal. 3-29.
- Fogg. G. E. 1975. *Algae culture and phytoplankton ecologi*. 2nd Ed. Penerbit. University of Winconsin Press, Madison. P. 19.
- Handayani L. 2003. *Pertumbuhan Spirulina platensis yang Dikultur dengan Pupuk Komersil dan Kotoran Puyuh*. Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hanafiah, K.A. 2011. *Rancangan Percobaan: Teori dan Aplikasi*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Haryati, R. 2008. *Pertumbuhan dan Biomassa Spirulina sp. dalam Skala Laboratoris*. Jurnal BIOMA Universitas Diponegoro. Vol. 10, No. 1, Hal. 19-22
- Harrison, P. J. and J. A. Berges. 2005. *Marine Culture Media*. In : R.A. Andersen (Eds). *Algal Culturing Techniques*. National Institute Envernonmental Studies. Academic press. America. p. 21-60.
- Indramarwan. 2012. Pengaruh konsentrasi pupuk *azolla pinnata* terhadap Populasi *chaetoceros* sp. sUniversitas Airlangga. Surabaya.
- Isnansetyo, A dan Kurniastuty, 1995, *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton*. Kanisius. Yogyakarta Hal. 34-85
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004 tentang *Baku Mutu Air Laut*.
- Romimoharto, K. Dan S.Juwana. 2009. *Biologi Laut*. Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut. Penerbit. Djambatan, Jakarta.
- Suryati. 2002. *Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik Gula (LCPG) untuk Pertumbuhan Spirulina sp*. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. 74 hal.
- Winarti. 2003. *Pertumbuhan Spirulina platensis Yang Dikultur Dengan Pupuk Komersil (Urea, TSP, dan ZA) dan Kotoran Ayam*. Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Vonshak A. 1997a. *Spirulina: Growth, Physiology and Biochemistry*. Di dalam: Vonshak A, editor. *Spirulina platensis (Arthrospira): Physiology, Cellbiology and Biotechnology*. Taylor & Francis Ltd., Bristol, USA. hlm. 46-47.

